

КОНЦЕПЦИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО КЛАСТЕРА ПО НАПРАВЛЕНИЮ «ЯДЕРНЫЕ ФИЗИКА И ТЕХНОЛОГИИ» В УРАЛЬСКОМ ФЕДЕРАЛЬНОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

CONCEPTION OF EDUCATIONAL CLUSTER IN NUCLEAR PHYSICS AND TECHNOLOGIES IN URAL FEDERAL UNIVERSITY

В.Ю. Иванов, Н.Ф. Школа

V. Yu. Ivanov, N.F. Schkola

v.ivanovuy@urfu.ru, shkola_nikolay@mail.ru

ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина»

г. Екатеринбург,

Описана концепция формирования образовательного кластера по направлению «Ядерная физика и технологии» в Уральском федеральном университете. В основу системы подготовки кадров для ядерно-промышленного комплекса Урала положены принципы генерации новых знаний за счет интеграции учебного процесса, фундаментальной науки и производства, полностью отвечающих требованиям современных федеральных образовательных стандартов/

Conception of the educational cluster in nuclear physics and technologies formation in Ural Federal University is described. Conception based on the system of training for the Ural's nuclear industry linking the educational process, fundamental science and industrial partners and is being in a full agreement with the demands of the modern state educational standards.

Ключевые слова: образовательный кластер; учебно-методическое обеспечение.

Keywords: educational cluster, methodical and study support

В Уральском регионе сосредоточен комплекс предприятий, использующих в производственном цикле ядерные и радиационные технологии. Направление «Ядерные физика и технологии» в Уральском федеральном университете (УрФУ) должно обеспечивать подготовку специалистов, обладающих соответствующими компетенциями, для наукоемких и высокотехнологичных производств ядерно-промышленного комплекса Урала. В основу системы подготовки кадров положена проверенная временем концепция генерации новых знаний за счет интеграции собственно учебного процесса, фундаментальной науки и производства. Ресурсы участников процесса обучения – от кафедры с ее образовательным и научно-техническим потенциалом до работодателя с технологическими и инновационными возможностями реализации этого потенциала – консолидированы в рамках образовательных кластеров. Кафедра экспериментальной физики физико-технологического института УрФУ формирует образовательный кластер по профилю «Электроника и автоматика физических установок» направления «Ядерные физика и технологии», развивая как традиционные (специалитет), так и новые (бакалавриат и магистратура) формы обучения.

Одна из базовых частей кластера – научное направление «Ядерное приборостроение», обладающее весомым потенциалом для решения ряда задач отечественного приборостроения в части ядерной электроники. По направлению имеется полувековой опыт реализации НИР и НИОКР от «start-up» идеи до промышленного образца. На вооружении Минобороны РФ стоят комплексы специального технического (радиационного) контроля разработки кафедры экспериментальной физики. По заданию Главного таможенного комитета России изготовлены, сданы заказчику, а впоследствии принципиально модернизированы более 400 рентгенофлуоресцентных анализаторов состава вещества. В содружестве с институтами УрО РАН разработан и выпущен малой серией многомерный быстродействующий мессбауэровский спектрометр. В последние годы для задач импортозамещения контрольно-измерительной аппаратуры АЭС разработаны и апробированы опытные образцы спектрометров на современной технологической основе. На кафедре реализуются крупные инновационные проекты Программы развития УрФУ по созданию высокотехнологичных производств, использующих радиационные и ядерные технологии, – Центр радиационной стерилизации и модификации материалов на основе линейного ускорителя электронов до энергии 10 МэВ и Циклотронный центр ядерной медицины на базе циклотрона с энергией протонов до 24 МэВ, – представляющие собой весьма сложные полнофункциональные физико-технические комплексы. Опыт собственной продуктивной научно-практической деятельности по направлению «Ядерное приборостроение» является гарантом подготовки специалистов, способных разрабатывать, создавать и обслуживать самое высокотехнологичное оборудование, в котором наряду со сложной электроникой и современной информационной техникой используются источники ионизирующего излучения.

Учебно-методическое обеспечение кластера представляет собой интегрированную совокупность необходимых компонентов учебного процесса,

обеспечивающих его функционирование и динамичное развитие и достаточных для поддержания процесса на всех этапах, включая трудоустройство обучающихся. Учебно-методическое обеспечение представлено учебно-методическими комплексами (УМК) по всем дисциплинам профиля, оформленным в модули, системой контроля учебных достижений (СКУД) обучающихся, лабораторными комплексами с необходимым оборудованием и программным обеспечением, средствами дистанционного сопровождения учебного процесса и удаленного доступа к образовательным ресурсам, программами сквозной производственной практики на предприятиях – партнерах образовательного кластера.

Концепцию развития учебно-методического обеспечения образовательного кластера представим на примере учебно-методического модуля «Аналоговые электронные устройства: схемотехника и проектирование». Модуль предназначен для активного применения в различных учебных ситуациях и рассчитан на использование как в аудиторных условиях, так и в самостоятельной работе студентов, включая дистанционное образование. Основу модуля составляют УМК 3-го поколения соответствующих дисциплин бакалавриата, специалитета и магистратуры. Ключевыми особенностями УМК 3-го поколения представляются наличие виртуальной реализации экспериментальных лабораторных работ, средств компьютерного тестового контроля, размещение УМК в среде дистанционного образования. Такая структура модуля максимально соответствует современной концепции развития университетского образования – созданию среды Открытого университета.

Для достижения высокого уровня профессиональных и специальных компетенций при подготовке специалистов в области электроники в модуле «Аналоговые электронные устройства: схемотехника и проектирование» учтены современные тенденции по использованию элементной базы, новые подходы к обработке сигналов в электронных устройствах, использованы современные решения в области моделирования и технологии проектирования схем приборов. Разработка модуля проведена в расчете на постоянно возрастающие возможности современной измерительной базы учебно-научной лаборатории «Информационной электроники и САПР» [3]. Использование новых компонентов при проектировании электронных устройств кардинально изменило их схемотехнику и способы проектирования [4], при этом на передний план выдвинута задача схемотехнического моделирования электронных устройств, предшествующая их макетированию и экспериментальной проверке. Поэтому в структуру лабораторного практикума по дисциплинам модуля «Аналоговые электронные устройства: схемотехника и проектирование» введены виртуальные практикумы в программной системе схемотехнического проектирования Micro-CAP [5], на базе которого у обучающихся формируются специальные компетенции в анализе и проектировании на современном уровне аналоговых электронных устройств.

Компьютерные лабораторные практикумы дисциплин размещены на базе лаборатории «Информационной электроники и САПР», в которой оборудованы 5 рабочих мест студентов. В состав рабочего места, помимо компьютера и

программного обеспечения, входит базовый комплект измерительного оборудования в составе запоминающего осциллографа TDS2002, функционального генератора DAGATRON 8210, источника питания XY3202/2. Лабораторные практикумы дисциплин обеспечены методическими пособиями и содержат две составные части: виртуальную и макетно-экспериментальную. Макетирование схем проводится на макетной плате «Project Board» GL48, GL36. С целью автоматизации проводимых исследований в учебный процесс введен лабораторный практикум в среде LabVIEW с использованием лабораторной станции NI ELVIS и многофункциональной платы PCI-6251 со стандартным набором виртуальных приборов. Лабораторные работы, входящие в состав практикума на станции NI ELVIS, позволяют изучать характеристики аналоговых полупроводниковых приборов и схем детекторных устройств на их основе.

Возможности лабораторных практикумов по автоматизации процесса измерения и тестирования исследуемых устройств существенно расширились благодаря использованию сетевых технологий. Использование приборов TOP-уровня – генератора сигналов AFG-3102 и запоминающих осциллографов TDS2012B и TDS5034B – обеспечивает полностью компьютерное управление ходом выполняемых работ и документирование полученных результатов.

Совместно со специалистами фирмы Tektronix создан проект полностью автоматизированной лаборатории по электронике на основе программно-управляемых приборов Tektronix и софта TekSmartLabTM. Превращая USB-порты приборов в беспроводные интерфейсы с помощью конвертора Wi-Fi-USB, TekSmartLabTM устраняет проблемы кабельной разводки, одновременно предоставляя преподавателям программные средства, необходимые для эффективного управления большими и оживленными учебными классами.

Централизованное управление приборами существенно улучшает процесс обучения студентов, а также упрощает работу преподавателей, значительно сокращает объем монотонной ручной работы, сберегая ценное учебное время. Такие функции, как интуитивно понятная эмуляция структуры лаборатории, автоматическая настройка приборов и создание отчетов одним нажатием кнопки, означают, что преподаватели и студенты могут сосредоточиться на процессе обучения, не поднимая всякий раз документацию и не настраивая каждый прибор.

Работая на лабораторном сервере, TekSmartLabTM позволяет быстро выполнять настройку без подключения сетевых кабелей и специальных опций для измерительных приборов. С центральной панели управления преподаватели могут загружать наборы настроек, относящиеся к разным учебным курсам, а затем направлять их одним щелчком мыши. Преподаватели могут быстро проверять состояние приборов и выполняемые измерения, чтобы дистанционно помогать студентам выполнять те или иные измерения и сохранять результаты измерений в отчет.

Типовой лабораторный измерительный стенд содержит осциллограф, генератор сигналов стандартной формы, цифровой мультиметр и источник

питания. TekSmartLab поддерживает большинство ориентированных на обучение измерительных приборов Tektronix и Keithley, включая осциллографы Tektronix серий TBS1000B-EDU, DPO/MSO2000B и MDO3000; генераторы сигналов произвольной формы и стандартных функций AFG1022 и AFG3000C, а также мультиметры DMM2110 и источники питания 2231A-30-3 компании Keithley.

В состав образовательного ресурса введен также виртуальный лабораторный практикум. По всем лабораторным работам подготовлены в электронном виде методические указания. Для самостоятельного изучения практикума разработан регламент его установки на локальные компьютеры пользователя. В настоящее время лабораторные работы используются в учебном процессе и были размещены на образовательном портале el.ustu.ru.

Вопросы компьютерного контроля компетенций представляют большой интерес для преподавателей вузов и создателей средств реализации такого контроля. В вузах компьютерный контроль наиболее распространен по дисциплинам гуманитарного и естественно-научного циклов, поэтому актуальная задача сегодняшнего дня – создание тестовых баз разного уровня по профессиональным и специальным дисциплинам. Для организации эффективного тестового контроля по дисциплинам модуля «Аналоговые электронные устройства: схемотехника и проектирование» созданы банки тестовых заданий и системная база данных в среде адаптивного тестирования АСТ. Тестовая система двухуровневая, содержит 2 банка тестовых заданий и системную базу данных в среде адаптивного тестирования АСТ. Содержание и структура накопителя тестовых заданий представлены в [2]. Разработанные средства контроля обеспечивают текущий и рубежный контроль по дисциплинам модуля, обучения студентов в режиме тренировки, а также промежуточный контроль на стыке смежных дисциплин. Опыт эксплуатации системы контроля с 2006 года показал ее высокую эффективность. За это время тестовый компьютерный контроль прошли более 500 обучающихся.

В целом модульный принцип построения ООП полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов последнего поколения, регламентирующих подготовку по направлению «Ядерные физика и технологии».

Индустриальными партнерами образовательного кластера по профилю «Электроника и автоматика физических установок» выбраны ведущие предприятия электронной индустрии региона – инженерная компания ООО «Прософт-системы» и ОАО «Научно-производственное объединение автоматики имени академика Н.А. Семихатова». На правах участника кластера предприятие обеспечивает следующие виды совместных мероприятий: участие в создании профессиональных стандартов, разработка рабочих программ дисциплин профиля «Электроника и автоматика физических установок», чтение лекций по дисциплинам базового цикла, проведение тематических семинаров и экскурсий с привлечением ведущих специалистов предприятия, обеспечение квалифицированного руководства и предоставление рабочих мест в рамках сквозной производственной практики, трудоустройство выпускников профиля

«Электроника и автоматика физических установок», формирование парка приборов и компьютерного оборудования учебных лабораторий кафедры. Перечисленные мероприятия, за исключением последнего пункта, можно отнести к традиционным. Более трудозатратным, но, несомненно, перспективным, представляется опыт создания распределенной учебной лаборатории «Информационной электроники и САПР» в УрФУ и инженерной компании «Прософт-системы». Динамика разработки и вывода на рынок современных САПР весьма высока и делает достаточно сложной задачу обновления методических и материальных ресурсов образовательного процесса в вузе. Вместе с тем производственные предприятия, решая задачу производства конкурентоспособной продукции, обновляют свои материальные и программные ресурсы с более высоким темпом. Поэтому стратегия создания распределенных (вуз + предприятие) учебных лабораторий открывает новые возможности для образовательного процесса, особенно там, где от обучающихся требуется знакомство с ресурсозатратными комплексами и технологиями. В распределенной лаборатории «Информационной электроники и САПР» в УрФУ обучающиеся осваивают вводный курс проектирования в системе *Micro-CAP*, которая представляет достаточные методические возможности в рамках демоверсии и не требует больших вычислительных ресурсов. На площадях инженерной компании «Прософт-системы» обучающиеся знакомятся со средой САПР *Cadence Allegro*, используемой предприятием в технологическом цикле проектирования новой продукции.

Участие производственного партнера в образовательном кластере является принципиальным в решении его кадровых проблем, особенно обострившихся в последние годы. Так, на профильном предприятии кластера «Прософт-системы» за 15 лет прошли все виды практик более 50 студентов, из них 26 трудоустроены в компанию.

Модульная структура образовательных ресурсов кластера позволяет эффективно применять их для всех без исключения ступеней и форм образования. В течение десяти лет кафедрой экспериментальной физики ведется подготовка специалистов для ПО «Маяк» (г. Озерск) по очно-заочной форме. За это время целевым образом подготовлено более 50 инженеров-физиков по направлению «Электроника и автоматика физических установок» для одного из ключевых предприятий ядерно-промышленного комплекса России.

С целью завершения образовательного цикла в 2014–2015 годах разработана и согласована магистерская программа «Электроника и автоматика ядерно-физических установок» по направлению подготовки 14.04.02 «Ядерная физика и технологии».

Образовательная программа магистратуры реализуется через систему модулей, каждый из которых представляет собой логически завершенную по содержанию, методическому обеспечению самостоятельную учебную единицу, ориентированную на формирование целостной группы взаимосвязанных компетенций, относящихся к конкретному результату обучения.

Блоки	Модули и составляющие их компоненты		Объем модуля в з.е.
Блок 1	Базовая часть		
	Код модуля Б1.М1	Модуль «Специальные главы высшей математики»	5,0
	Код модуля Б1.М2	Модуль «Специальные главы ядерной физики и физики твердого тела»	7,0
	Код модуля Б1.М3	Модуль «Методология научного познания»	2,0
	Код модуля Б1.М4	Модуль «Менеджмент и маркетинг»	2,0
	Вариативная часть по выбору вуза		
	Код модуля Б1.М5	Модуль «Источники излучений»	8,0
	Код модуля Б1.М6	Модуль «Методы и средства диагностики полей излучения физических установок»	15,0
	Код модуля Б1.М7	Модуль «Методы и программно-аппаратные средства обработки измерительных сигналов ЯФУ»	14,0
	Вариативная часть по выбору студента		
	Код модуля Б1.М8	Модуль «Английский язык»	8,0
	Код модуля Б1.М9	Модуль «Немецкий язык»	0,0
	Код модуля Б1.М10	Модуль «Методы и аппаратно-программные комплексы проектирования детекторных систем»	6,0
	Код модуля Б1.М11	Модуль «Методы и САПР измерительных систем на чипе»	0,0
Блок 2	Код модуля Б2.М12	Модуль практик, в том числе, научно-исследовательской работы (НИР)	42,0
Блок 3	Код модуля Б3.М13	Модуль Государственной итоговой аттестации	9,0
Объем образовательной программы			120

Программа предусматривает совместную подготовку магистров с вузами Республики Беларусь (Белорусский государственный университет и БГУИР, г. Минск) и Республики Казахстан (Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, г. Астана).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Школа, Н.Ф. Аналоговые устройства детекторной электроники / Н.Ф. Школа // Проблемы спектроскопии и спектрометрии: межвуз. сб. научн. тр. Вып. 26. – Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2010. – С. 243–249.
2. Школа, Н.Ф. Интегрированный учебно-методический комплекс «Аналоговые устройства» / Н.Ф. Школа // Новые образовательные технологии в вузе: сборник докладов седьмой международной научно-методической конференции, 8–10 февраля 2010 года. В 2-х частях. – Екатеринбург: ГОУ ВПО «УГТУ-УПИ», 2010. – С. 147–154.
3. Школа, Н.Ф. Учебно-методический комплекс «Электронные устройства» для подготовки и переподготовки специалистов атомной промышленности / Н.Ф. Школа, В.Ю. Иванов // Безопасность АЭС и подготовка кадров. Сборник тезисов докладов IX Международной конференции. – Обнинск: ИАТЭ, 2005. – С. 123.
4. Школа, Н.Ф. Автоматизированное проектирование детекторных электронных средств и систем в образовательном процессе и научных исследованиях / Н.Ф. Школа, И.Л. Шамшурин // Вторая молодежная научно-практическая конференция «Ядерно-промышленный комплекс Урала: проблемы и перспективы». Тезисы докладов. – Озерск: ЦЗЛ ФГУП «ПО «Маяк», 2003. – С. 66–67.
5. Школа, Н.Ф. Мультимедийная обучающая система по курсу САПР Micro-CAD: учебное пособие для студентов физико-технического факультета УГТУ-УПИ, обучающихся по специальностям направления 651000 «Ядерная физика и технологии» / Н.Ф. Школа, В.Ю. Иванов, Е.Г. Ситников. – Екатеринбург: УГТУ, 2000.